

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO).

87/2734



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 49 684 C 1

⑤ Int. Cl.⁶:
C 23 C 16/30
C 23 C 16/34
C 23 C 16/56

⑳ Aktenzeichen: 196 49 684.5-45
㉑ Anmeldetag: 29. 11. 96
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 9. 97

DE 196 49 684 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

㉕ Vertreter:

Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81479
München

㉖ Erfinder:

Frösche, Barbara, Dipl.-Chem., 89160 Dornstadt, DE;
Leutenecker, Roland, Dipl.-Phys., 85259
Wiedenzhausen, DE; Ramm, Peter, Dr., 85276
Pfaffenhofen, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

US-Z.: J. electrochem. Soc. 123 (1976), S.290;

㉘ Verfahren zum Erzeugen einer Titanmonophosphidschicht und ihre Verwendung

㉙ Bei einem Verfahren zum Erzeugen einer Titanmono-
phosphid-Schicht wird zunächst ein Träger in einen Reaktor
eingebracht. Nachfolgend wird eine TiN-Schicht durch Zu-
führung von TiCl_4 und NH_3 in den Reaktor auf dem Träger
abgeschieden. Die TiN-Schicht wird unter Zuführung von
 PH_3 in den Reaktor unmittelbar nach dem Abscheiden der
TiN-Schicht getempert, um die Titanmonophosphid-Schicht
auf der TiN-Schicht zu bilden.

DE 196 49 684 C 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen einer Titanmonophosphid-Schicht auf einer Titannitrid-Schicht. Die vorliegende Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein derartiges Verfahren, das während der Erzeugung einer Mehrlagenmetallisierung auf einem Halbleitermaterial verwendet werden kann.

Es ist bekannt, Titanmonophosphid, TiP, bei Temperaturen im Bereich von 1000°C in Anwesenheit von Katalysatoren wie Au, Pt oder Pd abzuscheiden. Der niedrigste beschriebene Temperaturwert zur Erzeugung von Titanphosphiden beträgt dabei 750°C.

Eine derartige Bildung von TiP ist beispielsweise bei S. Motojima, T. Wakamatsu, Y. Takahashi und K. Sugiyama, J. Electrochem. Soc., 123 (1976), 290, beschrieben. In der genannten Schrift ist die Whiskerbildung von Titanphosphiden beschrieben. Dabei erfolgte die Bildung von Titanmonophosphid aus TiCl_4 und PCl_3 bei Temperaturen von 850°C bis 1150°C auf Katalysatoren wie Pt, Pd und Au. Die Abscheidung dünner Schichten aus TiP ist in dieser Schrift nicht offenbart.

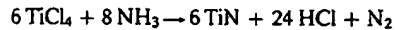
Es ist auf dem Gebiet der Halbleitertechnologie allgemein bekannt, Diffusionsbarrieren zwischen Silizium und einer Aluminium-Metallisierung durch reaktives Sputtern von Titannitrid (TiN) zu erzeugen. Typische Schichtdicken des Titannitrids liegen bei 50 nm. Der Nachteil des Sputterns ist die schlechte Kantenbedeckung, besonders in schmalen und tief geätzten Strukturen. CVD-Verfahren (CVD = chemical vapour deposition = chemische Dampfabcheidung) liefern eine bessere Kantenbedeckung.

Alternativ zu einer Abscheidung der oben genannten Art sind Verfahren zur Bildung von Titannitrid bekannt, die auf der Zersetzung von metallorganischen Prekursoren, die bereits Ti-N-Komplexe enthalten, basieren. Ferner ist das Abscheiden von Titannitrid unter Verwendung von Titantrichlorid (TiCl_3) und Ammoniak (NH_3) bekannt. Bei der Zersetzung von metallorganischen Prekursoren ist die hohe Kohlenstoffkonzentration, die mit eingebaut wird, problematisch. Bei der Abscheidung einer Titannitrid-Schicht unter Verwendung von TiCl_4 und NH_3 ist der Einbau von Chlor problematisch, der den spezifischen Widerstand der Barriere erhöht und zu einer Korrosion von Aluminium führen kann. Ferner sind bei der Mehrlagenmetallisierung auf einem Halbleiter nur Temperaturen bis 450°C zulässig. Die $\text{TiCl}_4/\text{NH}_3$ -Reaktion liefert aber erst ab Temperaturen von > 550°C Schichten mit einer kritischen Cl-Konzentration unter 2 at%.

Um die bei dem $\text{TiCl}_4/\text{NH}_3$ -Prozeß bei 450°C erzeugte, zu hohe Chlorkonzentration in der Titannitrid-Schicht abzusinken, ist es bekannt, die eingebauten Verunreinigungen an Cl-Atomen und nicht vollständig reagierte Fragmente der Prekursoren (TiN_xCl_y) anschließend durch eine ("in-situ")-Temperung zu reduzieren. Der spezifische Widerstand der Titannitrid-Schichten korreliert mit der Chlorkonzentration, wobei der Restchlorgehalt ein Maß für die Vollständigkeit der Reaktion ist. Als Tempergas zur Extraktion von Chlor ist das Reaktivgas NH_3 bekannt. Durch die Temperung der Titannitrid-Schicht unter Verwendung von NH_3 bei 450°C und einer Dauer von 120 Sekunden kann der Cl-Gehalt auf < 2 at% gesenkt werden. Der spezifische Widerstand dieser getemperten Schichten liegt auf einem Wert von < 300 $\mu\Omega\text{cm}$. Er ist damit erheblich niedriger als bei Schichten, die mit herkömmlicher CVD

entsprechender Temperatur abgeschieden wurden.

Als Mechanismus zur Extraktion von Chlor bei der oben genannten Reaktivgastemperung verschiebt NH_3 das Reaktionsgleichgewicht der Gesamtreaktion



unter hohem NH_3 -Angebot in Richtung der Endprodukte TiN + HCl.

Ausgehend von dem genannten Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren zum Erzeugen einer Titanmonophosphid-Schicht auf einer Titannitrid-Schicht zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Diffusionsbarriereschicht mit verbesserten Eigenschaften zwischen einem Halbleitermaterial und einer auf dasselbe aufgetragenen Metallisierung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine Diffusionsbarriereschicht gemäß Anspruch 9 gelöst.

Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, daß auf einer Titannitrid-Schicht (TiN-Schicht) eine Titanmonophosphid-Schicht (TiP-Schicht) gebildet werden kann, wenn eine durch einen konventionellen Prozeß mit Titantrichlorid und Ammoniak abgeschiedene TiN-Schicht unmittelbar nach der Abscheidung in dem gleichen Reaktor einer Temperung unter Zuführung von Phosphin (PH_3) unterzogen wird. Phosphin wirkt als Spender für Wasserstoff und somit Getter für Cl aktiver als NH_3 (PH_3 : $\Delta G_f = 13,6 \text{ kJ/mol}$; NH_3 : $\Delta G_f = -16,4 \text{ kJ/mol}$). Gleichzeitig kann Phosphin als Getter für Sauerstoff dienen.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum Erzeugen einer Titanmonophosphid-Schicht, bei dem zunächst ein Träger in einen Reaktor eingebracht wird. Nachfolgend wird auf dem Träger durch die Zuführung von TiCl_4 und NH_3 in den Reaktor eine TiN-Schicht abgeschieden. Die TiN-Schicht wird unmittelbar nach dem Abscheiden der TiN-Schicht in dem Reaktor einer Temperung unter Zuführung von PH_3 unterworfen, um auf der TiN-Schicht eine TiP-Schicht zu bilden.

Folglich basiert die vorliegende Erfindung darauf, daß durch die Temperung von Schichten aus Titannitrid in Phosphin vorzugsweise bei 450°C Deckschichten aus reinem Titanmonophosphid deponiert werden können. Die Phase TiP sowie der Schichtaufbau als Doppelschicht können eindeutig beispielsweise mittels Röntgendiffraktometern oder mittels der Auger-Elektronenspektroskopie identifiziert werden. Vorzugsweise werden die TiN-Schichten mittels eines RTCVD-Prozesses (RTCVD = Rapid Thermal Chemical Vapour Deposition) unter Verwendung von Titantrichlorid und Ammoniak auf Silizium-Wafern abgeschieden. Die Temperung der Scheiben in PH_3 erfolgt dann unmittelbar anschließend in dem gleichen Reaktor.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhaft in der Halbleitertechnologie angewendet werden, um eine Diffusionsbarriereschicht zwischen einem Halbleitermaterial, beispielsweise Silizium, und einer Metallisierung, beispielsweise Aluminium, zu bilden. Die Diffusionsbarriere besteht dann aus einer Doppelschicht, die aus TiN und TiP besteht.

Die vorliegende Erfindung schafft demnach gemäß einem weiteren Aspekt eine Diffusionsbarriereschicht zwischen einem Halbleitermaterial und einer auf dasselbe aufgetragene Metallisierung, wobei die Diffusions-

barriereschicht aus einer Doppelschicht besteht, die eine TiN-Schicht und eine TiP-Schicht aufweist. Eine solche Diffusionsbarriereschicht weist gegenüber einer herkömmlichen Diffusionsbarriereschicht, die aus TiN besteht, zahlreiche Vorteile auf.

Die erzeugte TiP-Auflageschicht weist einen verglichen mit TiN sehr geringen spezifischen Widerstand auf. Sie dichtet ferner die gesamte TiN-Schicht gegen die Aufnahme von Sauerstoff ab. Die Rauigkeit von TiP ist geringer als die von TiN. Ferner sind die Zugspannungen in der TiP-Auflageschicht gering im Vergleich zu getemperten TiN-Schichten.

Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Reaktors; und

Fig. 2 eine Darstellung von mittels einer Auger-Elektronenspektroskopie aufgenommenen Tiefenprofilen an einer TiP/TiN-Doppelschicht.

Bezugnehmend auf Fig. 1 wird nachfolgend ein Reaktor, der zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist, erläutert. Ein solcher Reaktor wird auch als RTP-Anlage (RTP = Rapid Thermal Processing) bezeichnet.

Der Reaktor besteht aus einem im wesentlichen geschlossenen Innenraum 10, der eine Mehrzahl von Eingängen aufweist. Der Reaktor 10 weist ferner eine Haltestruktur, in Fig. 1 nicht dargestellt, zum Aufnehmen eines zu bearbeitenden Halbleiters, beispielsweise eines Siliziumsubstrats 12, auf. Der Reaktor weist ferner einen Lampenheizer und ein Quarzfenster auf, wobei das Siliziumsubstrat 12 mittels des Lampenheizers durch das Quarzfenster auf Prozeßtemperatur beheizt werden kann. Die Solltemperatur wird dabei in einigen 10 Sekunden erreicht. Der Heizer kann beispielsweise aus Halogen-Stablampen bestehen, die von einem Reflektor umgeben sind. Derartige Halogen-Stablampen können eine maximale Heizleistung von 72 kW aufweisen. Das Reaktorgefäß 14 besteht bei bekannten Reaktoren aus Edelstahl.

In dem Reaktorgefäß 14 sind zwei getrennte Gaszuführungssysteme angeordnet. Ein erstes Gaszuführungssystem 16, das eine in der Technik allgemein als Gasdusche bekannte Vorrichtung sein kann, dient dazu, ein Gas von oben zu dem Siliziumsubstrat 12 strömen zu lassen. Die Gasdusche 16 dient ferner dazu, um über eine Druckstufe Reaktionen in einer Zuleitung zu verhindern. Ein weiteres Gaszuführungssystem 18 wird als Ringkanal bezeichnet und kann beispielsweise zwölf schräg nach unten direkt auf das Siliziumsubstrat 12 gerichtete Düsen aufweisen.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst das Siliziumsubstrat 12 durch eine Einbringöffnung, nicht dargestellt, in den Innenraum 10 des Reaktorgefäßes 14 eingebracht. Die Kammerwände und das oben beschriebene Quarzfenster werden auf knapp 60°C beheizt, um eine Kondensation von $TiCl_4$ zu verhindern. Das $TiCl_4$ wird verdünnt in einem N_2 -Trägergas über die Gasdusche 16 eingebracht, wobei $TiCl_4$ über eine Zuleitung 20 und N_2 über eine Zuleitung 22 der Gasdusche zugeführt wird. Das NH_3 wird ebenfalls verdünnt in N_2 über die Ringleitung 18 und die Düsen derselben in das Reaktorgefäß eingebracht. Die beiden Substanzen $TiCl_4$ und NH_3 werden erst kurz über dem Siliziumsubstrat 12 gemischt, da diese bereits bei Raum-

temperatur reagieren.

Durch die oben beschriebenen Schritte wird auf dem Siliziumsubstrat 12 in bekannter Weise eine TiN-Schicht abgeschieden. Ist das Abscheiden der TiN-Schicht abgeschlossen, wird unmittelbar nachfolgend über die Ringleitung 18 PH_3 verdünnt in Argon in das Reaktorgefäß zugeführt. Dadurch bildet sich auf der TiN-Schicht eine TiP-Schicht. Mit diesem Schritt ist das erfindungsgemäße Verfahren abgeschlossen.

Bevorzugte Prozeßparameter zur Abscheidung von TiP/TiN-Doppelschichten gemäß der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden erläutert. Der Träger, d. h. bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel das Siliziumsubstrat 12, wird vorzugsweise auf eine Temperatur von 450°C erwärmt. Dies ist die maximale Temperatur, die bei einer Mehrlagenmetallisierung auf Halbleitern zulässig ist. Der Basisdruck in dem Reaktorgefäß wird auf einen Wert zwischen $0,5 \times 10^{-3}$ bis 5×10^{-3} Pascal, und vorzugsweise auf einen Wert von 2×10^{-3} Pascal eingestellt.

Zur TiN-Abscheidung wurden bei dem verwendeten Reaktor, bei dem es sich um einen Reaktor des Typs "Jetlight 200" der Firma Jipelec handelt, folgende Flüsse verwendet: 5 sccm $TiCl_4$ mit 400 sccm N_2 als Verdünnung (sccm = Standardkubikzentimeter pro Minute bei Raumtemperatur und Normaldruck); 50 sccm NH_3 mit 350 sccm N_2 als Verdünnung.

Vorzugsweise wird zur Abscheidung der TiN-Schicht ein Verhältnis von $TiCl_4$ zu N_2 zwischen 1:60 und 1:100 verwendet. Ein spezifisches bevorzugtes Verhältnis ist 1:80. Das Verhältnis von NH_3 zu N_2 wird vorzugsweise zwischen 1:5 und 1:9 eingestellt, wobei ein spezifisches bevorzugtes Verhältnis 1:7 beträgt.

Das Abscheiden der TiN-Schicht wurde somit in dem oben beschriebenen bekannten Reaktor mit einem Gesamtfluß von 805 sccm bei einem Druck von 400 Pa und einer Abscheidezeit von 180 Sekunden durchgeführt.

Die Temperung der TiN-Schicht erfolgte nachfolgend unter Zuführung eines Flusses von 130 sccm PH_3 mit 750 sccm Argon als Verdünnung. Dieses Gemisch wird vorgemischt durch die Ringleitung 18 zugeführt. Es wurde folglich ein Gesamtfluß von 880 sccm bei einem Druck von 250 Pa und einer Temperzeit von 600 Sekunden verwendet.

Ein bevorzugter Bereich für das Verhältnis von PH_3 und Argon bei der Temperung liegt zwischen 1:3 und 1:8. Bei dem oben beschriebenen Verfahren wurde ein Verhältnis von 1:5,77 verwendet.

Da die Temperung der TiN-Schicht unter Verwendung von PH_3 unmittelbar nach dem Abscheiden der TiN-Schicht in dem gleichen Reaktor durchgeführt wird, sind in dem Reaktor noch unreaktierte und nicht vollständig dissoziierte Reste des Prekursors $TiCl_4$ vorhanden. Von dem klassischen $TiCl_4/NH_3$ -Prozeß her ist bekannt, daß sich bei diesem Prozeß stets Addukte des Typs $TiCl_4 \cdot xNH_3$ ($x = 2, 4, 6, 8$) bilden, die an den Reaktorwänden adsorbieren. Bei der Niedertemperaturabscheidung bei oder unter 450°C sind auch auf der Scheibenoberfläche noch nicht vollständig umgesetzte Reste des Prekursors in Form von TiN_xCl_y vorhanden, die nachreagieren können. Diese Oberfläche kann, solange sie nicht oxidiert ist, eine katalytische Wirkung aufweisen, um die Bildung von TiP zu unterstützen und/oder einzuleiten. Zur Umsetzung dieser unreaktierten oder unvollständig umgewandelten Ausgangssubstanzen zu TiP ist eine hohe Konzentration von PH_3 im Verhältnis zum Angebot der $TiCl_4$ -Komponente vorteilhaft. Der maximal erreichbare Fluß an PH_3 beträgt 130

sccm. Bei diesem Fluß ist das Wachstum von TiP über der Scheibe noch nicht homogen, sondern hängt von der Anströmung von PH_3 aus den Düsen des Ringkanals ab. Die Reaktion ist folglich noch transportkontrolliert. Im Gegensatz dazu ergibt sich beim bekannten Tempern unter der Zuführung von NH_3 , bei der ein höherer Gesamtfluß von 600 sccm möglich ist, ein homogenes Nachwachsen während der Temperung.

Fig. 2 zeigt die Tiefenprofile der mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenen TiP/TiN-Doppelschicht, aufgenommen mittels einer Auger-Elektronenspektroskopie. Aus der Kombination von integralen Flächenbelegungen der Elemente Ti, P und N (RBS; RBS = Rutherford Back Scattering) und der Auger-Elektronenspektroskopie-Tiefenprofile ergibt sich, daß während des Temperns auf TiN eine zusätzliche Schicht mit der Stöchiometrie $\text{Ti:P} = 1:1$ aufgewachsen wird. Auf der in Fig. 2 dargestellten Zeitskala zeigen die größeren Einteilungen jeweils 5 Minuten an, während die kleineren Einteilungen jeweils 1 Minute anzeigen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verläuft die Zeitachse von rechts nach links, d. h. zunächst wird die TiN-Schicht aufgebracht, während nachfolgend die TiP-Schicht aufgebracht wird. Bei einer Temperzeit von 600 Sekunden und den Verfahrensparametern, die oben erläutert wurden, beträgt die resultierende Dicke der TiP-Schicht etwa 30 nm. Die erzeugte TiP-Phase ist im Gegensatz zu TiN polykristallin ($<100>$ -Textur). Die Bildungsenthalpie von TiP weist mit $\Delta G_f = -265 \text{ kJ/mol}$ eine vergleichbare Größe auf wie die von TiN (-310 kJ/mol).

Die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugte TiP/TiN-Doppelschicht weist als Diffusionsbarriere zwischen einem Halbleiter und einer Metallisierung hervorragende Eigenschaften auf.

Der spezifische Widerstand des abgeschiedenen TiP liegt bei $20 \mu\Omega\text{cm}$. Ein Vergleich mit den TiN-Schichten, deren spezifischer Widerstand bei 200 bis $300 \mu\Omega\text{cm}$ liegt, und Aluminium, $2,7 \mu\Omega\text{cm}$, verdeutlicht, daß es sich bei dem erzeugten TiP um einen guten elektrischen Leiter handelt. Ferner ist die TiP-Schicht selbst Cl-frei, während die darunterliegende TiN-Schicht nach der Temperung wie bei der NH_3 -Temperung Cl-Werte $< 2 \text{ at\%}$ aufweist. Durch das Tempern unter Zuführung von PH_3 wird Cl rasch aus der vordeponierten TiN-Schicht entfernt.

Die erzeugte TiP-Schicht weist ein dünnes Deckoxid auf, ist aber im Gegensatz zur TiN-Schicht selbst O-frei. Die TiP-Schicht stellt eine Versiegelung dar, da dieselbe während der Temperung und während der Lagerung an Luft keinen Sauerstoff aufnimmt. Die Begründung dafür ist, daß die Körner der TiN-Schicht kolumnar sind, wobei ihre Breite nur 5 bis 10% ihrer Länge beträgt. Dagegen sind die Körner der TiP-Schicht polyedrisch, wobei ihr Durchmesser sowohl in der Schichtebene als auch senkrecht dazu in der Größenordnung der Schichtdicke liegt. TiN ist aufgrund der kolumnaren Struktur porös, während zwischen den TiP-Körnern keine Kanäle vorliegen.

Die TiP-Schicht gleicht die Rauigkeit des kolumnaren TiN teilweise aus und macht sie langweiliger. Dadurch liefert die TiP-Schicht eine Oberfläche mit einer gegenüber einer TiN-Schicht verringerten Rauigkeit. Eine gemäß dem Stand der Technik getemperte TiN-Schicht weist Zugspannungen von 2 bis 3 GPa auf, während die TiP-Schicht gemäß der vorliegenden Erfindung maximal eine Zugspannung von 1 GPa aufweist. Dadurch kann die TiP-Schicht eine bessere mechanische

Anpassung von Barriere und beispielsweise Al-Metallisierung liefern. Ferner ist TiP thermisch sehr stabil gegen den Verlust von Phosphor, weshalb verhindert ist, daß Phosphor in den verwendeten Halbleiter, bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel Silizium, diffundiert und dotierend wirkt.

Die vorliegende Erfindung schafft somit ein Verfahren zur Herstellung von TiP/TiN-Doppelschichten, wobei die Bildung der TiP-Schicht innerhalb des bei der Mehrlagenmetallisierung von Halbleitern erlaubten Temperaturbereichs erfolgt. Die erzeugte Doppelschicht eignet sich hervorragend als Diffusionsbarriere zwischen einem Halbleiter, beispielsweise Silizium, und einer Metallisierung, beispielsweise Aluminium.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Titanmonophosphidschicht der Zusammensetzung TiP auf einem Träger (12) mit folgenden Schritten:
 - a) Abscheiden einer TiN-Schicht durch Zuführung von TiCl_4 und NH_3 in den Reaktor (14) und
 - b) Tempern des TiN unter Zuführung von PH_3 in den Reaktor (14) unmittelbar nach dem Abscheiden von TiN zu Bildung einer Titanmonophosphid-Schicht auf der TiN-Schicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Träger eine Siliziumscheibe eingesetzt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, bei dem die Schritte (a) und (b) bei einer Temperatur von maximal 450°C durchgeführt werden.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, bei dem die Schritte (a) und (b) bei einem Basisdruck zwischen 0,5 und 5 mPa, vorzugsweise bei 2 mPa, durchgeführt werden.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, bei dem im Schritt (a) TiCl_4 verdünnt mit N_2 über eine Gasdusche (16) und NH_3 verdünnt mit N_2 über eine Ringleitung (18) in den Reaktor (14) eingebracht werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem ein Verhältnis von TiCl_4 zu N_2 bei der Zuführung über die Gasdusche (16) zwischen 1:60 und 1:100, vorzugsweise 1:80, und ein Verhältnis von NH_3 zu N_2 bei der Zuführung über die Ringleitung zwischen 1:5 und 1:9, vorzugsweise 1:7, eingestellt wird.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, bei dem PH_3 im Schritt (b) verdünnt mit Argon über die Ringleitung (18) dem Reaktor (14) zugeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem ein Verhältnis von PH_3 zu Ar zwischen 1:3 und 1:8, vorzugsweise 1:5,77, eingestellt wird.
9. Verwendung einer Doppelschicht aus TiN und TiP als Diffusionsbarrierschicht zwischen einem Halbleitermaterial und einer Metallisierung.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

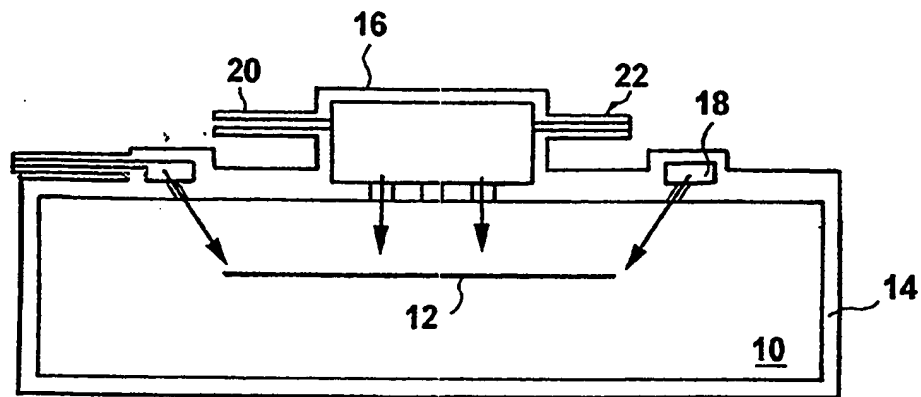


FIG.1

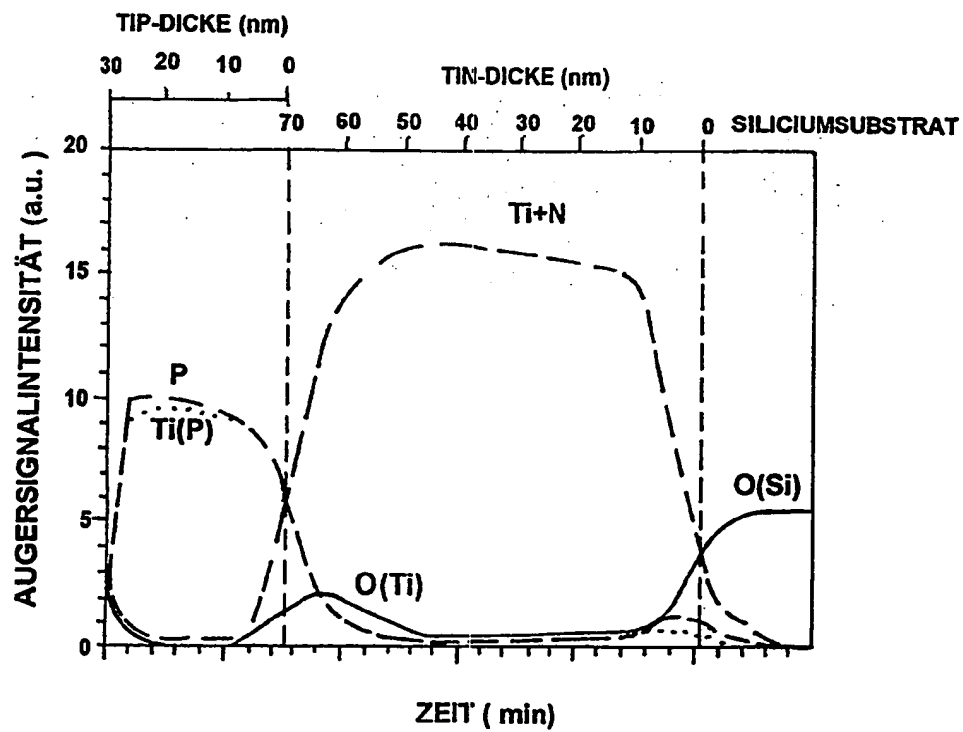


FIG.2